

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC978 U.S. PTO
10/005724
11/02/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 3月19日

出願番号
Application Number:

特願2001-078540

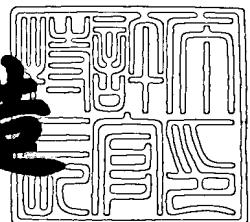
出願人
Applicant(s):

ティーディーケイ株式会社

2001年 4月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3035771

【書類名】 特許願
【整理番号】 P-02627
【提出日】 平成13年 3月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01P 1/201
【発明者】
【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
【氏名】 アルン・チャンドラ・クンデュ
【特許出願人】
【識別番号】 000003067
【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社
【代理人】
【識別番号】 100078031
【氏名又は名称】 大石 哲一
【選任した代理人】
【識別番号】 100115738
【氏名又は名称】 鶴頭 光宏
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 074148
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バンドパスフィルタ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力端子が設けられた第1の開放面及び前記第1の開放面と対向する第2の開放面を有する第1の $\lambda/2$ 共振器と、出力端子が設けられた第3の開放面及び前記第3の開放面と対向する第4の開放面を有する第2の $\lambda/2$ 共振器と、前記第1の $\lambda/2$ 共振器の前記第2の開放面と前記第2の $\lambda/2$ 共振器の前記第4の開放面との間に設けられた遮断導波管とを備え、前記第1の $\lambda/2$ 共振器、前記第2の $\lambda/2$ 共振器及び前記遮断導波管が一体的に構成されていることを特徴とするバンドパスフィルタ。

【請求項2】 前記第1の $\lambda/2$ 共振器、前記第2の $\lambda/2$ 共振器及び前記遮断導波管が、单一の誘電体ブロックによって構成されていることを特徴とする請求項1に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項3】 通過帯域の周波数が5GHz以上であることを特徴とする請求項1または2に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項4】 通過帯域の周波数が10GHz以上であることを特徴とする請求項3に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項5】 上面、底面、互いに対向する第1及び第2の側面、並びに、互いに対向する第3及び第4の側面を有する第1及び第2の誘電体ブロックと、前記第1の誘電体ブロックの前記第1の側面及び前記第2の誘電体ブロックの前記第1の側面に接して設けられた第3の誘電体ブロックと、前記第1及び第2の誘電体ブロックの前記上面、前記底面、前記第3の側面及び前記第4の側面に形成された金属層と、前記第1の誘電体ブロックの前記第2の側面に形成された第1の電極と、前記第2の誘電体ブロックの前記第2の側面に形成された第2の電極とを備えるバンドパスフィルタ。

【請求項6】 前記第1の誘電体ブロックと前記第2の誘電体ブロックとが互いに同一形状を有していることを特徴とする請求項5に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項7】 前記第3の誘電体ブロックが、前記第1の誘電体ブロックの

前記第1の側面と接する第1の側面と、前記第2の誘電体ブロックの前記第1の側面と接する第2の側面と、前記第1の誘電体ブロックの前記第3の側面と平行な第3の側面と、前記第1の誘電体ブロックの前記第4の側面と平行な第4の側面と、前記第1の誘電体ブロックの前記上面と平行な上面と、前記第1の誘電体ブロックの前記底面と平行な底面とを備え、前記第3の誘電体ブロックの前記底面には金属層が設けられていることを特徴とする請求項6または7に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項8】 前記第1乃至第3の誘電体ブロックの前記底面が互いに同一平面を構成することを特徴とする請求項7に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項9】 前記第1の誘電体ブロックの前記上面と前記第3の誘電体ブロックの前記上面、前記第1の誘電体ブロックの前記第3の側面と前記第3の誘電体ブロックの前記第3の側面、及び、前記第1の誘電体ブロックの前記第4の側面と前記第3の誘電体ブロックの前記第4の側面の少なくとも1組が、互いに異なる平面を構成することを特徴とする請求項7または8に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項10】 前記第1の誘電体ブロックと、前記第1の誘電体ブロックの前記上面、前記底面、前記第3の側面及び第4の側面に形成された金属層とは、第1の $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成し、前記第2の誘電体ブロックと、前記第2の誘電体ブロックの前記上面、前記底面、前記第3の側面及び第4の側面に形成された金属層とは、第2の $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成し、第3の誘電体ブロックは遮断導波管を構成することを特徴とする請求項5乃至9のいずれか1項に記載のバンドパスフィルタ。

【請求項11】 複数の $\lambda/2$ 共振器と、隣り合う前記 $\lambda/2$ 共振器間に設けられた遮断導波管とを備えるバンドパスフィルタであって、これら $\lambda/2$ 共振器間及び遮断導波管が、单一の誘電体ブロックによって構成されていることを特徴とするバンドパスフィルタ。

【請求項12】 前記誘電体ブロックにはスリットが形成されており、前記誘電体ブロックのうち前記スリットが形成されている部分が前記遮断導波管として機能することを特徴とする請求項11に記載のバンドパスフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、バンドパスフィルタに関し、さらに詳細には、小型で、且つ、製造が容易なバンドパスフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】

今日、各種情報通信端末の小型化にはめざましいものがあり、これには情報通信端末に組み込まれる各種部品の小型化が大きく寄与している。情報通信端末に組み込まれる最も重要な部品の一つにバンドパスフィルタがある。

【0003】

この種のバンドパスフィルタとしては、例えば、「A Novel TE_{10δ} Rectangular Waveguide Resonator and Its Bandpass Filter applications (Proceedings of the Korea-Japan Microwave Workshop 2000, September 2000)」、p88, Fig. 8」に記載されているように、プリント基板上に複数のTEモード $\lambda/2$ 誘電体共振器が所定の間隔を置いて配置されてなるバンドパスフィルタが知られている。上記文献に記載された従来のバンドパスフィルタにおいては、各共振器間の間隔（エアギャップ）がいわゆる遮断導波管として働き、これによって隣り合う共振器が所定の結合係数をもって結合されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

近年、各種情報通信端末にはさらなる小型化が求められており、このため、これに組み込まれるバンドパスフィルタにもさらなる小型化が要求されている。

【0005】

しかしながら、上述した従来のバンドパスフィルタは、共振器間をエアギャップによって結合させていることから、共振器とは別にプリント基板を用意し、これら共振器をプリント基板に搭載することが必須となる。すなわち、従来のバンドパスフィルタは、それぞれが独立した複数の部品によって構成されていることから全体のサイズが大きくなるという問題があった。

【0006】

また、上述した従来のバンドパスフィルタにおいて所望の特性を得るためにエアギャップを極めて正確に調整しなければならず、これが僅かでも狂うと特性が大きく変わってしまう。このため、従来のバンドパスフィルタは製造が非常に難しく、コストを増大させる原因となっていた。

【0007】

このため、より小型で、且つ、製造が容易なバンドパスフィルタが望まれていた。

【0008】

したがって、本発明の目的は、小型で、且つ、製造が容易なバンドパスフィルタを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明のかかる目的は、入力端子が設けられた第1の開放面及び前記第1の開放面と対向する第2の開放面を有する第1の $\lambda/2$ 共振器と、出力端子が設けられた第3の開放面及び前記第3の開放面と対向する第4の開放面を有する第2の $\lambda/2$ 共振器と、前記第1の $\lambda/2$ 共振器の前記第2の開放面と前記第2の $\lambda/2$ 共振器の前記第4の開放面との間に設けられた遮断導波管とを備え、前記第1の $\lambda/2$ 共振器、前記第2の $\lambda/2$ 共振器及び前記遮断導波管が一体的に構成されていることを特徴とするバンドパスフィルタによって達成される。

【0010】

本発明によれば、第1の $\lambda/2$ 共振器、第2の $\lambda/2$ 共振器及び遮断導波管が一体的に構成されていることから、プリント基板等に実装してエアギャップを形成する必要がない。このため、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。

【0011】

本発明の好ましい実施態様においては、前記第1の $\lambda/2$ 共振器、前記第2の $\lambda/2$ 共振器及び前記遮断導波管が、单一の誘電体ブロックによって構成されている。

【0012】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、通過帯域の周波数が5GHz以上である。

【0013】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、通過帯域の周波数が10GHz以上である。

【0014】

本発明の前記目的はまた、上面、底面、互いに対向する第1及び第2の側面、並びに、互いに対向する第3及び第4の側面を有する第1及び第2の誘電体ブロックと、前記第1の誘電体ブロックの前記第1の側面及び前記第2の誘電体ブロックの前記第1の側面に接して設けられた第3の誘電体ブロックと、前記第1及び第2の誘電体ブロックの前記上面、前記底面、前記第3の側面及び前記第4の側面に形成された金属層と、前記第1の誘電体ブロックの前記第2の側面に形成された第1の電極と、前記第2の誘電体ブロックの前記第2の側面に形成された第2の電極とを備えるバンドパスフィルタによって達成される。

【0015】

本発明においても、エアギャップを形成する必要がないことから、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。

【0016】

本発明の好ましい実施態様においては、前記第1の誘電体ブロックと前記第2の誘電体ブロックとが互いに同一形状を有している。

【0017】

本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記第3の誘電体ブロックが、前記第1の誘電体ブロックの前記第1の側面と接する第1の側面と、前記第2の誘電体ブロックの前記第1の側面と接する第2の側面と、前記第1の誘電体ブロックの前記第3の側面と平行な第3の側面と、前記第1の誘電体ブロックの前記第4の側面と平行な第4の側面と、前記第1の誘電体ブロックの前記上面と平行な上面と、前記第1の誘電体ブロックの前記底面と平行な底面とを備え、前記第3の誘電体ブロックの前記底面には金属層が設けられている。

【0018】

本発明のさらには好ましい実施態様においては、前記第1乃至第3の誘電体ブロックの前記底面が互いに同一平面を構成する。

【0019】

本発明のさらには好ましい実施態様においては、前記第1の誘電体ブロックの前記上面と前記第3の誘電体ブロックの前記上面、前記第1の誘電体ブロックの前記第3の側面と前記第3の誘電体ブロックの前記第3の側面、及び、前記第1の誘電体ブロックの前記第4の側面と前記第3の誘電体ブロックの前記第4の側面の少なくとも1組が、互いに異なる平面を構成する。

【0020】

本発明のさらには好ましい実施態様においては、前記第1の誘電体ブロックと、前記第1の誘電体ブロックの前記上面、前記底面、前記第3の側面及び第4の側面に形成された金属層とは、第1の $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成し、前記第2の誘電体ブロックと、前記第2の誘電体ブロックの前記上面、前記底面、前記第3の側面及び第4の側面に形成された金属層とは、第2の $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成し、第3の誘電体ブロックは遮断導波管を構成する。

【0021】

本発明の前記目的はまた、複数の $\lambda/2$ 共振器と、隣り合う前記 $\lambda/2$ 共振器間に設けられた遮断導波管とを備えるバンドパスフィルタであって、これら $\lambda/2$ 共振器間及び遮断導波管が、単一の誘電体ブロックによって構成されていることを特徴とするバンドパスフィルタによって達成される。

【0022】

本発明においても、エアギャップを形成する必要がないことから、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。

【0023】

本発明の好ましい実施態様においては、前記誘電体ブロックにはスリットが形成されており、前記誘電体ブロックのうち前記スリットが形成されている部分が前記遮断導波管として機能する。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施態様について詳細に説明する。

【0025】

図1は、本発明の好ましい実施態様にかかるバンドパスフィルタ1を一方向から見た略斜視図であり、図2は、バンドパスフィルタ1を逆方向から見た略斜視図である。また、図3は、バンドパスフィルタ1の分解斜視図である。

【0026】

図1乃至図3に示されるように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ1は、第1の共振器2と、第2の共振器3と、これら第1及び第2の共振器2、3間に設けられた遮断導波管4とによって構成される。

【0027】

第1の共振器2と第2の共振器3とは互いに対称形であり、図1乃至図3に示されるように、いずれも長さが1.4mm、幅が2.0mm、厚さが1.0mmの誘電体ブロックによって構成される。第1及び第2の共振器2、3を構成する誘電体ブロックは、いずれも比誘電率 $\epsilon_r = 3.7$ である誘電体材料で形成されている。また、遮断導波管4は、長さが0.2mm、幅が2.0mm、厚さが0.92mmの誘電体ブロックによって構成され、第1及び第2の共振器2、3を構成する誘電体ブロックと同じ材料で形成されている。これにより、バンドパスフィルタ1の外形は、長さが3.0mm、幅が2.0mm、厚さが1.0mmとなる。

【0028】

このような構成からなる第1の共振器2、第2の共振器3及び遮断導波管4は、それぞれの底面が一平面となるように組み合わされる。但し、第1の共振器2、第2の共振器3及び遮断導波管4はそれぞれ物理的に別個の誘電体ブロックからなるのではなく、1つの誘電体ブロックの上面にスリットを形成し、かかるスリットが形成された部分を遮断導波管4とすればよい。したがって、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ1は1つの誘電体ブロックからなる部品である。

【0029】

ここで、第1の共振器2、第2の共振器3及び遮断導波管4を構成する誘電体ブロックの表面のうち底面と対向する面を「上面」と定義し、第1及び第2の共振器2、3を構成する誘電体ブロックの表面のうち遮断導波管4と接する面を「第1の側面」と定義し、第1及び第2の共振器2、3を構成する誘電体ブロックの表面のうち第1の側面と対向する面を「第2の側面」定義し、第1及び第2の共振器2、3を構成する誘電体ブロックの残りの表面を「第3の側面」及び「第4の側面」と定義する。また、遮断導波管4を構成する誘電体ブロックの表面のうち第1の共振器2の第1の側面と接する面を「第1の側面」と定義し、遮断導波管4を構成する誘電体ブロックの表面のうち第2の共振器3の第1の側面と接する面を「第2の側面」と定義し、遮断導波管4を構成する誘電体ブロックの残りの表面を「第3の側面」及び「第4の側面」と定義する。したがって、第1の共振器2、第2の共振器3及び遮断導波管4の「長さ」、「幅」、「厚さ」とは、第1の側面と第2の側面との距離、第3の側面と第4の側面との距離、上面と底面との距離によってそれぞれ定義されることになる。また、第1の共振器2、第2の共振器3及び遮断導波管4の第3の側面は一平面を構成し、同様に、第1の共振器2、第2の共振器3及び遮断導波管4の第4の側面は一平面を構成している。

【0030】

図1乃至図3に示されるように、第1の共振器2を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層5、6、7が設けられ、第1の共振器2の底面には切り欠き部8を除く全面に金属層9が設けられており、これら金属層5、6、7、9は互いに短絡されている。同様に、第2の共振器3を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層10、11、12が設けられ、第2の共振器3の底面には切り欠き部13を除く全面に金属層14が設けられており、これら金属層10、11、12、14は互いに短絡されている。さらに、遮断導波管4を構成する誘電体ブロックの底面の全面には金属層15が設けられている。これらにより、金属層5、6、7、9、10、11、12、14、15は互いに短絡されていることとなる。これら金属層5、6、7、9、10、11、12、14、15には、接地電

位が与えられる。

【0031】

また、図1及び図3に示されるように、第1の共振器2を構成する誘電体ブロックの第2の側面には、高さが0.85mm、幅が1.0mmの励振電極16が形成されている。かかる励振電極16は、切り欠き部8によって底面に設けられた金属層9との接触が妨げられている。同様に、図2に示されるように、第2の共振器3の第2の側面には、高さが0.85mm、幅が1.0mmの励振電極17が形成されている。かかる励振電極17は、切り欠き部13によって底面に設けられた金属層14との接触が妨げられている。これら励振電極16、17は、一方が入力電極、他方が出力電極として用いられる。

【0032】

上記金属層5、6、7、9、10、11、12、14、15、励振電極16、17は、いずれも銀からなる。但し、本発明においてこれらを銀によって構成することは必須ではなく、他の金属を用いても構わない。

【0033】

また、第1及び第2の共振器2、3、遮断導波管4を構成する誘電体ブロックの他の表面には金属層や電極は形成されておらず、開放面となっている。

【0034】

以上の構成により、第1の共振器2及び第2の共振器3は、いずれもTEMモードの $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成し、遮断導波管4は、エバネセントなEモードの導波管を構成する。

【0035】

ここで、第1の共振器2や第2の共振器3により構成される $\lambda/2$ 誘電体共振器の特徴についてについて説明する。

【0036】

図4は、この種の $\lambda/2$ 誘電体共振器にて生じる電界の強度を示す図である。

【0037】

図4に示されるように、この種の $\lambda/2$ 誘電体共振器においては、上面及び底面を短絡する金属層が設けられた側面（第3及び第4の側面）において電界が最

小となり、対称面において電界が最大となる。このため、この種の $\lambda/2$ 誘電体共振器においては、 $\lambda/4$ 誘電体共振器に比べて輻射損が非常に小さいという特徴を有している。

【0038】

一方、 $\lambda/2$ 誘電体共振器の全体のサイズは、同じ特性を有する $\lambda/4$ 誘電体共振器の約2倍となるものの、この種の $\lambda/2$ 誘電体共振器の共振周波数は、 $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成する誘電体ブロックの幅に実質的に反比例することから、目的とする共振周波数が比較的高い場合（例えば、12.5GHz）においては、全体のサイズを十分に小型化することができる。

【0039】

また、図5（a）に示されるように、この種の $\lambda/2$ 誘電体共振器においては、x軸に沿って電流が流れる。ここで、励振電極の配置は、電流の流れる方向に沿っていないが、この種の $\lambda/2$ 誘電体共振器においては、TEMモードの励振が行われる他、パラレルメタルプレートウェーブガイドモードの励振が行われる。

【0040】

図5（b）は、図5（a）に示される基準面におけるパラレルメタルプレートウェーブガイドモードの電界を示す図であり、図5（c）は、かかる電界に対応する磁界を示す図である。

【0041】

このような $\lambda/2$ 誘電体共振器を2つ用いてバンドパスフィルタを構成すると、これら2つの共振器には互いに逆方向の磁界が発生し、これら磁界の磁気結合が生じる。このため、励振電極による励振が容量性であっても、これら励振電極間の直接結合は誘導性となる。

【0042】

図6は、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ1の等価回路図である。

【0043】

図6において、第1の共振器2及び第2の共振器3は、2つのL-C並列回路 $18-1$ 、 $18-2$ でそれぞれ表され、遮断導波管4は、インダクタ L_m 及びキ

ヤパシタ C_m からなる L-C 並列回路 19 で表されている。励振電極 16 及び 17 は、キャパシタ C_e で表されている。 L_d は励振電極 16 及び 17 間の直接結合インダクタンスを表している。

【0044】

図 7 は、バンドパスフィルタ 1 の周波数特性を示すグラフである。

【0045】

図 7においては、反射係数が S 11 で示されており、透過係数が S 21 で示されている。図 7 に示されるように、バンドパスフィルタ 1 の共振周波数は約 12.5 GHz であり、3 dB 通過帯域幅は約 900 MHz である。また、約 10 GHz 近辺及び 15 GHz 近辺に減衰極を有している。これは、遮断導波管 4 による 2 つ共振器の結合が容量性であるためである。遮断導波管 4 による 2 つ共振器の結合が誘導性である場合には、このような減衰極は現れない。

【0046】

図 8 は、遮断導波管 4 の厚さ h と偶数モードの共振周波数 f_{even} 及び奇数モードの共振周波数 f_{odd} との関係を示すグラフである。

【0047】

図 8 に示されるように、遮断導波管 4 の厚さ h が 0.85 mm を越える領域（第 1 の領域）においては、奇数モードの共振周波数 f_{odd} は、遮断導波管 4 の厚さ h が増大するにつれて低下する一方、偶数モードの共振周波数 f_{even} はほとんど変化しない。また、遮断導波管 4 の厚さ h が 0.85 mm 未満である領域（第 2 の領域）においては、偶数モードの共振周波数 f_{even} は、遮断導波管 4 の厚さ h が増大するにつれて低下する一方、奇数モードの共振周波数 f_{odd} はほとんど変化しない。このことは、第 1 の領域においては遮断導波管 4 による 2 つ共振器の結合が容量性であり、第 2 の領域においては遮断導波管 4 による 2 つ共振器の結合が誘導性であることを意味するものと考えられる。

【0048】

図 9 は、遮断導波管 4 の厚さ h と結合係数 K との関係を示すグラフである。

【0049】

ここで、遮断導波管 4 による 2 つ共振器の結合係数 K_{total} は、次式によ

って表される。

【0050】

$$K_{\text{total}} = K_c + K_i$$

ここで、 K_c は容量性結合係数、 K_i は誘導性結合係数を示し、それぞれ次式によって表される。

【0051】

$$K_c = (\text{共振器間の結合キャパシタンス}) / (\text{各共振器のキャパシタンス})$$

$$K_i = (\text{共振器間の結合インダクタンス}) / (\text{各共振器のインダクタンス})$$

尚、図9においては、容量性結合係数 K_c を正の値と取り扱い、誘導性結合係数 K_i を負の値として取り扱うことによって結合係数 K_{total} を表示している。

【0052】

図9に示されるように、結合係数 K_{total} は、遮断導波管4の厚さ h が増大するにつれて曲線的に増大し、遮断導波管4の厚さ h が0.85mmである場合にゼロとなっていることが明確に確認できる。このことは、遮断導波管4の厚さ h が0.85mmである場合に、容量性結合係数 K_c の値と誘導性結合係数 K_i の値が等しくなり、遮断導波管4の厚さ h が0.85mmよりも大きい場合（第1の領域）には、容量性結合係数 K_c の値が誘導性結合係数 K_i の値を上回り、遮断導波管4の厚さ h が0.85mmよりも小さい場合（第2の領域）には、容量性結合係数 K_c の値が誘導性結合係数 K_i の値を下回ることを意味する。

【0053】

したがって、第1の共振器2と第2の共振器3とを容量性結合させたい場合には、遮断導波管4の厚さ h を第1の領域内に設定し、第1の共振器2と第2の共振器3とを誘導性結合させたい場合には、遮断導波管4の厚さ h を第2の領域内に設定すればよいことが分かる。尚、第1の共振器2と第2の共振器3とを容量性結合させると、通過帯域の低周波数側が急峻な周波数特性が得られやすく、第1の共振器2と第2の共振器3とを誘導性結合させると、通過帯域の高周波数側が急峻な周波数特性が得られやすい。

【0054】

図9を参照すれば、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ1のように遮断導波管4の厚さhを0.92mmに設定することにより、第1の共振器2と第2の共振器3との結合が容量性となり、結合係数 K_{total} は約0.063となる。この場合、外部Q値は約15.8となる。

【0055】

以上説明したように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ1は、第1の共振器2、第2の共振器3及び遮断導波管4が一体的に構成されて成ることから、プリント基板等に実装してエアギャップを形成する必要がない。このため、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。

【0056】

しかも、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ1においては、各共振器に $\lambda/2$ 誘電体共振器を用いているので、各共振器に $\lambda/4$ 誘電体共振器を用いた場合と比べ、開放面にて生じる輻射損が非常に少ないという利点もある。すなわち、 $\lambda/2$ 誘電体共振器の全体のサイズは、同じ特性を有する $\lambda/4$ 誘電体共振器の約2倍となるものの、TEMモード共振器においては、共振器のサイズは共振周波数に反比例する一方、輻射損は共振周波数の2乗に比例することから、目的とする通過帯域の周波数が比較的高い場合（具体的には5GHz以上、特に10GHz以上）に、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ1は特に有利である。

【0057】

尚、第1の共振器2と第2の共振器3との結合係数 K_{total} は、遮断導波管4の厚さhのみならず、遮断導波管4の幅に基づいて調整することができる。次に、遮断導波管4の幅に基づいて結合係数 K_{total} を調整した例について説明する。

【0058】

図10は、本発明の好ましい他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ20を一方向から見た略斜視図であり、図11は、バンドパスフィルタ20を逆方向から見た略斜視図である。

【0059】

図10及び図11に示されるように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ20は、第1の共振器21と、第2の共振器22と、これら第1及び第2の共振器21、22間に設けられた遮断導波管23とによって構成される。また、これら第1の共振器21、第2の共振器22及び遮断導波管23が有する上面、底面、第1の側面、第2の側面、第3の側面、第4の側面の定義は、上記実施態様にかかるバンドパスフィルタ1と同様である。

【0060】

本実施態様にかかるバンドパスフィルタ20においては、遮断導波管23の幅が、第1及び第2の共振器21、22の幅よりも短く設定されている一方、遮断導波管23の厚みは、第1及び第2の共振器21、22の厚みと等しく設定されている。これにより、第1の共振器21、第2の共振器22及び遮断導波管23の上面、底面及び第4の側面がいずれも同一平面を構成している。したがって、このような形状を有する誘電体ブロックは、直方体の誘電体ブロックのうち遮断導波管23の第3の側面に対応する部分にスリットを設けることによって作製することができる

図10及び図11に示されるように、第1の共振器21を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層24、25、26が設けられ、第1の共振器21の底面には切り欠き部27を除く全面に金属層28が設けられており、これら金属層24、25、26、28は互いに短絡されている。同様に、第2の共振器22を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層29、30、31が設けられ、第2の共振器22の底面には切り欠き部32を除く全面に金属層33が設けられており、これら金属層29、30、31、33は互いに短絡されている。さらに、遮断導波管23を構成する誘電体ブロックの底面の全面には金属層34が設けられている。これらにより、金属層24、25、26、28、29、30、31、33、34は互いに短絡されていることとなる。これら金属層24、25、26、28、29、30、31、33、34には、接地電位が与えられる。

【0061】

また、図10に示されるように、第1の共振器21を構成する誘電体ブロック

の第2の側面には、励振電極35が形成されており、かかる励振電極35は、切り欠き部27によって底面に設けられた金属層28との接触が妨げられている。同様に、図11に示されるように、第2の共振器22の第2の側面には、励振電極36が形成されており、かかる励振電極36は、切り欠き部32によって底面に設けられた金属層33との接触が妨げられている。これら励振電極35、36は、一方が入力電極、他方が出力電極として用いられる。

【0062】

以上の構成により、第1の共振器21及び第2の共振器22は、いずれも $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成し、遮断導波管23は、エバネセントなEモードの導波管を構成する。

【0063】

かかる構成からなるバンドパスフィルタ20においては、遮断導波管23の幅に基づいて結合係数 K_{total} を調整することができる。この場合、遮断導波管23の幅が短くなるほど、第1の共振器21と第2の共振器22との結合は誘導性となり、これにより結合係数 K_{total} は小さくなる。

【0064】

このように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ20においても、第1の共振器21、第2の共振器22及び遮断導波管23が一体的に構成されて成ることから、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。

【0065】

次に、本発明の好ましいさらに他の実施態様について説明する。

【0066】

図12は、本発明の好ましいさらに他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ40を一方向から見た略斜視図であり、図13は、バンドパスフィルタ20を逆方向から見た略斜視図である。

【0067】

図12及び図13に示されるように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ40は、第1の共振器41と、第2の共振器42と、これら第1及び第2の共振

器41、42間に設けられた遮断導波管43とによって構成される。また、これら第1の共振器41、第2の共振器42及び遮断導波管43が有する上面、底面、第1の側面、第2の側面、第3の側面、第4の側面の定義は、上記各実施態様にかかるバンドパスフィルタ1、20と同様である。

【0068】

本実施態様にかかるバンドパスフィルタ40においても、遮断導波管43の幅が、第1及び第2の共振器41、42の幅よりも短く設定されている一方、遮断導波管43の厚みは、第1及び第2の共振器41、42の厚みと等しく設定されている。これにより、第1の共振器41、第2の共振器42及び遮断導波管43の上面及び底面がいずれも同一平面を構成している。したがって、このような形状を有する誘電体ブロックは、直方体の誘電体ブロックのうち遮断導波管43の第3の側面及び第4の側面に対応する部分にスリットを設けることによって作製することができる

図12及び図13に示されるように、第1の共振器41を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層44、45、46が設けられ、第1の共振器41の底面には切り欠き部47を除く全面に金属層48が設けられており、これら金属層44、45、46、48は互いに短絡されている。同様に、第2の共振器42を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層49、50、51が設けられ、第2の共振器42の底面には切り欠き部52を除く全面に金属層53が設けられており、これら金属層49、50、51、53は互いに短絡されている。さらに、遮断導波管43を構成する誘電体ブロックの底面の全面には金属層（図示せず）が設けられている。これらにより、金属層44、45、46、48、49、50、51、53及び遮断導波管43を構成する誘電体ブロックの底面に設けられた金属層は互いに短絡されていることとなる。これら金属層44、45、46、48、49、50、51、53及び遮断導波管43を構成する誘電体ブロックの底面に設けられた金属層には、接地電位が与えられる。

【0069】

また、図12に示されるように、第1の共振器41を構成する誘電体ブロック

の第2の側面には、励振電極55が形成されており、かかる励振電極55は、切り欠き部47によって底面に設けられた金属層48との接触が妨げられている。同様に、図13に示されるように、第2の共振器42の第2の側面には、励振電極56が形成されており、かかる励振電極56は、切り欠き部52によって底面に設けられた金属層53との接触が妨げられている。これら励振電極55、56は、一方が入力電極、他方が出力電極として用いられる。

【0070】

以上の構成により、第1の共振器41及び第2の共振器42は、いずれも $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成し、遮断導波管43は、エバネセントなEモードの導波管を構成する。

【0071】

かかる構成からなるバンドパスフィルタ40においても、上記実施態様にかかるバンドパスフィルタ20と同様、遮断導波管43の幅に基づいて結合係数 $K_{t\circ t a 1}$ を調整することができる。

【0072】

このように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ40においても、第1の共振器41、第2の共振器42及び遮断導波管43が一体的に構成されて成ることから、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。

【0073】

次に、本発明の好ましいさらに他の実施態様について説明する。

【0074】

図14は、本発明の好ましいさらに他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ60を一方から見た略斜視図であり、図15は、バンドパスフィルタ60を逆方向から見た略斜視図である。

【0075】

図14及び図15に示されるように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ60は、第1の共振器61と、第2の共振器62と、第3の共振器63と、第1及び第2の共振器61、62間に設けられた第1の遮断導波管64と、第2及び

第3の共振器62、63間に設けられた第2の遮断導波管65とによって構成される。すなわち、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ60は、共振器を3つ用いた3段のバンドパスフィルタである。

【0076】

第1の共振器61、第2の共振器62、第3の共振器63、第1の遮断導波管64及び第2の遮断導波管65は、それぞれの底面が一平面となるように組み合わされる。但し、第1の共振器61、第2の共振器62、第3の共振器63、第1の遮断導波管64及び第2の遮断導波管65は、それぞれ物理的に別個の誘電体ブロックからなるのではなく、1つの誘電体ブロックの上面に2つのスリットを形成し、かかるスリットが形成された部分を第1の遮断導波管64及び第2の遮断導波管65とすればよい。したがって、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ60も1つの誘電体ブロックからなる部品である。

【0077】

ここで、第1の共振器61、第2の共振器62、第3の共振器63、第1の遮断導波管64及び第2の遮断導波管65を構成する誘電体ブロックの表面のうち、底面と対向する面を「上面」と定義し、第1の遮断導波管64と接する面を「第1の側面」と定義し、第1の側面と対向する面を「第2の側面」定義し、残りの表面を「第3の側面」及び「第4の側面」と定義する。また、第3の共振器63を構成する誘電体ブロックの表面のうち、第2の遮断導波管65と接する面を「第1の側面」と定義し、第1の側面と対向する面を「第2の側面」定義し、残りの表面を「第3の側面」及び「第4の側面」と定義する。また、第1の遮断導波管64を構成する誘電体ブロックの表面のうち、第1の共振器61の第1の側面と接する面を「第1の側面」と定義し、第2の共振器62の第1の側面と接する面を「第2の側面」と定義し、残りの表面を「第3の側面」及び「第4の側面」と定義する。さらに、第2の遮断導波管65を構成する誘電体ブロックの表面のうち、第3の共振器63の第1の側面と接する面を「第1の側面」と定義し、第2の共振器62の第2の側面と接する面を「第2の側面」と定義し、残りの表面を「第3の側面」及び「第4の側面」と定義する。

【0078】

これにより、第1の共振器61、第2の共振器62、第3の共振器63、第1の遮断導波管64及び第2の遮断導波管65の第3の側面及び第4の側面は、いずれも一平面を構成している。

【0079】

図14及び図15に示されるように、第1の共振器61を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層66、67、68が設けられ、第1の共振器61の底面には切り欠き部69を除く全面に金属層70が設けられており、これら金属層66、67、68、70は互いに短絡されている。また、第2の共振器62を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面、第4の側面及び底面の全面にはそれぞれ金属層71、72、73、74が設けられ、これら金属層71、72、73、74は互いに短絡されている。また、第3の共振器63を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層75、76、77が設けられ、第3の共振器63の底面には切り欠き部78を除く全面に金属層79が設けられており、これら金属層75、76、77、79は互いに短絡されている。さらに、第1及び第2の遮断導波管64、65を構成する誘電体ブロックの底面の全面には金属層80、81がそれぞれ設けられている。これらにより、金属層66、67、68、70、71、72、73、74、75、76、77、79、80、81は互いに短絡されていることとなる。これら金属層66、67、68、70、71、72、73、74、75、76、77、79、80、81には、接地電位が与えられる。

【0080】

また、図14に示されるように、第1の共振器61を構成する誘電体ブロックの第2の側面には、励振電極82が形成されており、かかる励振電極82は、切り欠き部69によって底面に設けられた金属層70との接触が妨げられている。同様に、図15に示されるように、第3の共振器63の第2の側面には、励振電極83が形成されており、かかる励振電極83は、切り欠き部78によって底面に設けられた金属層79との接触が妨げられている。これら励振電極82、83は、一方が入力電極、他方が出力電極として用いられる。

【0081】

以上の構成により、第1乃至第3の共振器61～63は、いずれも $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成し、第1及び第2の遮断導波管64、65は、エバネセントなEモードの導波管を構成する。

【0082】

かかる構成からなるバンドパスフィルタ60においては、第1の共振器61と第2の共振器62との結合係数 $K_{1\text{ total}}$ と、第2の共振器62と第3の共振器63との結合係数 $K_{2\text{ total}}$ とを実質的に等しく設定することにより、上記各実施態様にかかるバンドパスフィルタ1、20、40よりもいっそう急峻な周波数特性を得ることができる。この場合、第1の共振器61と第2の共振器62との結合係数 $K_{1\text{ total}}$ 及び第2の共振器62と第3の共振器63との結合係数 $K_{2\text{ total}}$ の設定は、第1及び第2の遮断導波管64、65の厚みによって調整することができる。

【0083】

このように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ60においても、第1の共振器61、第2の共振器62、第3の共振器63、第1の遮断導波管64及び第2の遮断導波管65が一体的に構成されて成ることから、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。

【0084】

次に、本発明の好ましいさらに他の実施態様について説明する。

【0085】

図16は、本発明の好ましいさらに他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ90を一方向から見た略斜視図であり、図17は、バンドパスフィルタ90を逆方向から見た略斜視図である。

【0086】

図16及び図17に示されるように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ90は、第1の共振器91と、第2の共振器92と、これら第1及び第2の共振器91、92間に設けられた遮断導波管93とによって構成される。また、これら第1の共振器91、第2の共振器92及び遮断導波管93が有する上面、底面、第1の側面、第2の側面、第3の側面、第4の側面の定義は、上記各実施態様

にかかるバンドパスフィルタ1、20、40と同様である。

【0087】

本実施態様にかかるバンドパスフィルタ90においては、上記実施態様にかかるバンドパスフィルタ1と同様、遮断導波管93の厚みが、第1及び第2の共振器91、92の厚みも薄く設定されている一方、遮断導波管93の幅は、第1及び第2の共振器91、92の幅と等しく設定されている。これにより、第1の共振器91、第2の共振器92及び遮断導波管93の底面、第3の側面及び第4の側面がいずれも同一平面を構成している。したがって、このような形状を有する誘電体ブロックは、直方体の誘電体ブロックのうち遮断導波管93の上面に対応する部分にスリットを設けることによって作製することができる。

【0088】

図16及び図17に示されるように、第1の共振器91を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層94、95、96が設けられ、第1の共振器91の底面には切り欠き部97を除く全面に金属層98が設けられており、これら金属層94、95、96、98は互いに短絡されている。同様に、第2の共振器92を構成する誘電体ブロックの上面、第3の側面及び第4の側面の全面にはそれぞれ金属層99、100、101が設けられ、第2の共振器92の底面には切り欠き部102を除く全面に金属層103が設けられており、これら金属層99、100、101、103は互いに短絡されている。さらに、遮断導波管93を構成する誘電体ブロックの底面の全面には金属層104が設けられている。これらにより、金属層94、95、96、98、99、100、101、103、104は互いに短絡されていることとなる。これら金属層94、95、96、98、99、100、101、103、104には、接地電位が与えられる。

【0089】

また、図16に示されるように、第1の共振器91を構成する誘電体ブロックの第2の側面には、励振電極105が形成されている。かかる励振電極105は、上面に設けられた金属層94と接触している一方、切り欠き部97によって底面に設けられた金属層98との接触が妨げられている。同様に、図17に示され

るよう、第2の共振器92を構成する誘電体ブロックの第2の側面には、励振電極106が形成されている。かかる励振電極106は、上面に設けられた金属層99と接触している一方、切り欠き部102によって底面に設けられた金属層103との接触が妨げられている。これら励振電極105、106は、一方が入力電極、他方が出力電極として用いられる。尚、これら励振電極105、106は、上記各実施態様において用いた容量性の励振電極とは異なり、誘導性の励振電極である。

【0090】

以上の構成により、第1の共振器91及び第2の共振器92は、いずれも $\lambda/2$ 誘電体共振器を構成し、遮断導波管93は、エバネセントなEモードの導波管を構成する。

【0091】

かかる構成からなるバンドパスフィルタ90においては、上記実施態様にかかるバンドパスフィルタ1と同様、遮断導波管93の厚みに基づいて結合係数 K_t を調整することができる。

【0092】

このように、本実施態様にかかるバンドパスフィルタ90においても、第1の共振器91、第2の共振器92及び遮断導波管93が一体的に構成されて成ることから、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。

【0093】

本発明は、以上の実施態様に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

【0094】

例えば、上記各実施態様においては、共振器や遮断導波管を構成する誘電体ブロックとして、比誘電率 ϵ_r が37である材料を用いているが、目的に応じ、これと異なる比誘電率をもつ材料を用いても構わない。

【0095】

また、上記各実施態様において特定した共振器や遮断導波管のサイズは、一例であり、目的に応じ、これと異なるサイズを持つ共振器や遮断導波管を用いても構わない。

【0096】

さらに、上記実施態様にかかるバンドパスフィルタ1、60、90においては、遮断導波管の厚みに基づいて結合係数を調整し、上記実施態様にかかるバンドパスフィルタ20、40においては、遮断導波管の幅に基づいて結合係数を調整しているが、遮断導波管の厚みと幅の両方にに基づいて結合係数を調整しても構わない。

【0097】

また、上記実施態様にかかるバンドパスフィルタ60においては、共振器を3つ用いて3段のバンドパスフィルタを構成しているが、4つ以上の共振器を用いて4段以上のバンドパスフィルタを構成しても構わない。

【0098】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明にかかるバンドパスフィルタは、複数の共振器及びこれら共振器間に設けられた遮断導波管が一体的に構成されて成ることから、プリント基板等に実装してエアギャップを形成する必要がない。このため、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。しかも、本発明にかかるバンドパスフィルタにおいては、各共振器に $\lambda/2$ 誘電体共振器を用いているので、開放面にて生じる輻射損が非常に少ないという利点も有している。

【0099】

これにより、本発明によれば、携帯電話等の情報通信端末や、LAN (Local Area Network)、ITS (Intelligent Transport System) 等に用いられる各種通信機器への適用が好適なバンドパスフィルタが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の好ましい実施態様にかかるバンドパスフィルタ1を一方向から見た略斜視図である。

【図2】

本発明の好ましい実施態様にかかるバンドパスフィルタ1を逆方向から見た略斜視図である。

【図3】

本発明の好ましい実施態様にかかるバンドパスフィルタ1の分解斜視図である

【図4】

$\lambda/2$ 誘電体共振器にて生じる電界の強度を示す図である。

【図5】

(a) は $\lambda/2$ 誘電体共振器における電流の流れを示す図であり、(b) は、(a) に示される基準面におけるパラレルメタルプレートウェーブガイドモードの電界を示す図であり、(c) は、かかる電界に対応する磁界を示す図である。

【図6】

本発明の好ましい実施態様にかかるバンドパスフィルタ1の等価回路図である

【図7】

本発明の好ましい実施態様にかかるバンドパスフィルタ1の周波数特性を示すグラフである。

【図8】

遮断導波管4の厚さ h と偶数モードの共振周波数 f_{even} 及び奇数モードの共振周波数 f_{odd} との関係を示すグラフである。

【図9】

遮断導波管4の厚さ h と結合係数 K との関係を示すグラフである。

【図10】

本発明の好ましい他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ20を一方向から見た略斜視図である。

【図11】

本発明の好ましい他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ20を逆方向から見た略斜視図である。

【図12】

本発明の好ましいさらに他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ40を一方から見た略斜視図である。

【図13】

本発明の好ましいさらに他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ40を逆方向から見た略斜視図である。

【図14】

本発明の好ましいさらに他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ60を一方から見た略斜視図である。

【図15】

本発明の好ましいさらに他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ60を逆方向から見た略斜視図である。

【図16】

本発明の好ましいさらに他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ80を一方から見た略斜視図である。

【図17】

本発明の好ましいさらに他の実施態様にかかるバンドパスフィルタ80を逆方向から見た略斜視図である。

【符号の説明】

- 1 バンドパスフィルタ
- 2 第1の共振器
- 3 第2の共振器
- 4 遮断導波管
- 5～7, 9～12, 14, 15 金属層
- 8, 13 切り欠き部
- 16, 17 励振電極
- 18-1, 18-2, 19 L-C共振回路

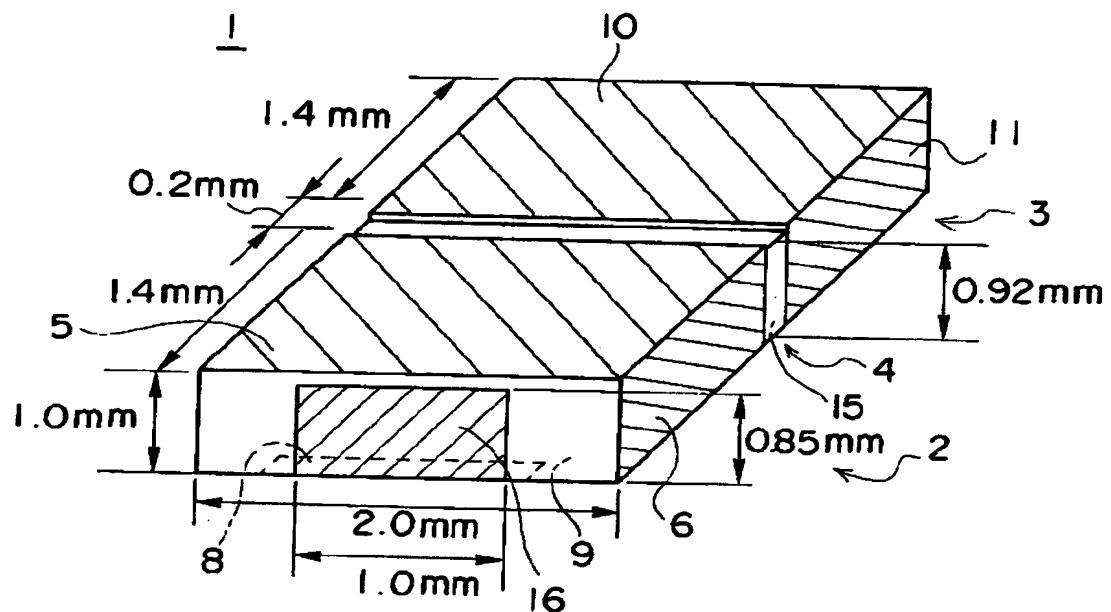
- 20 バンドパスフィルタ
- 21 第1の共振器
- 22 第2の共振器
- 23 遮断導波管
- 24~26, 28~31, 33, 34 金属層
- 27, 32 切り欠き部
- 35, 36 励振電極
- 40 バンドパスフィルタ
- 41 第1の共振器
- 42 第2の共振器
- 43 遮断導波管
- 44~46, 48~51, 53 金属層
- 47, 52 切り欠き部
- 55, 56 励振電極
- 60 バンドパスフィルタ
- 61 第1の共振器
- 62 第2の共振器
- 63 第3の共振器
- 64 第1の遮断導波管
- 65 第2の遮断導波管
- 66~68, 70~77, 79~81 金属層
- 69, 78 切り欠き部
- 82, 83 励振電極
- 90 バンドパスフィルタ
- 91 第1の共振器
- 92 第2の共振器
- 93 遮断導波管
- 94~96, 98~101, 103, 104 金属層
- 97, 102 切り欠き部

特2001-078540

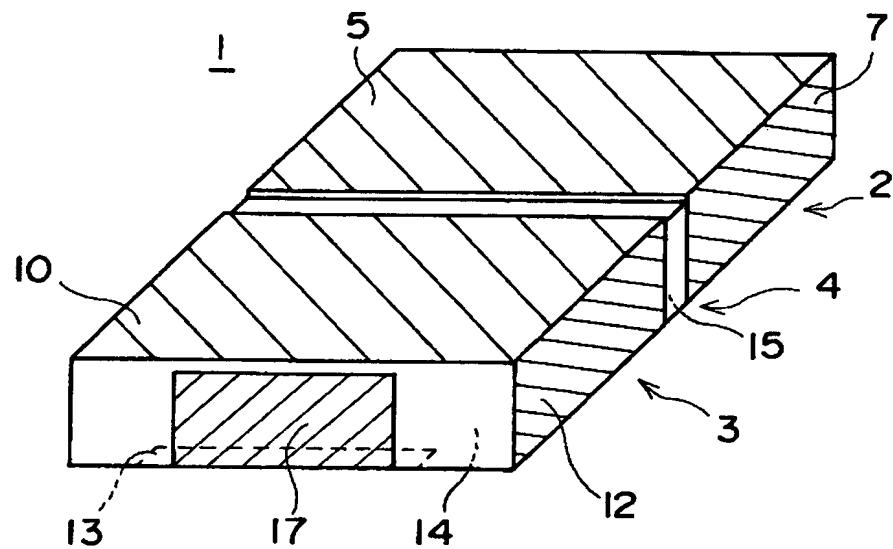
105, 106 励振電極

【書類名】 図面

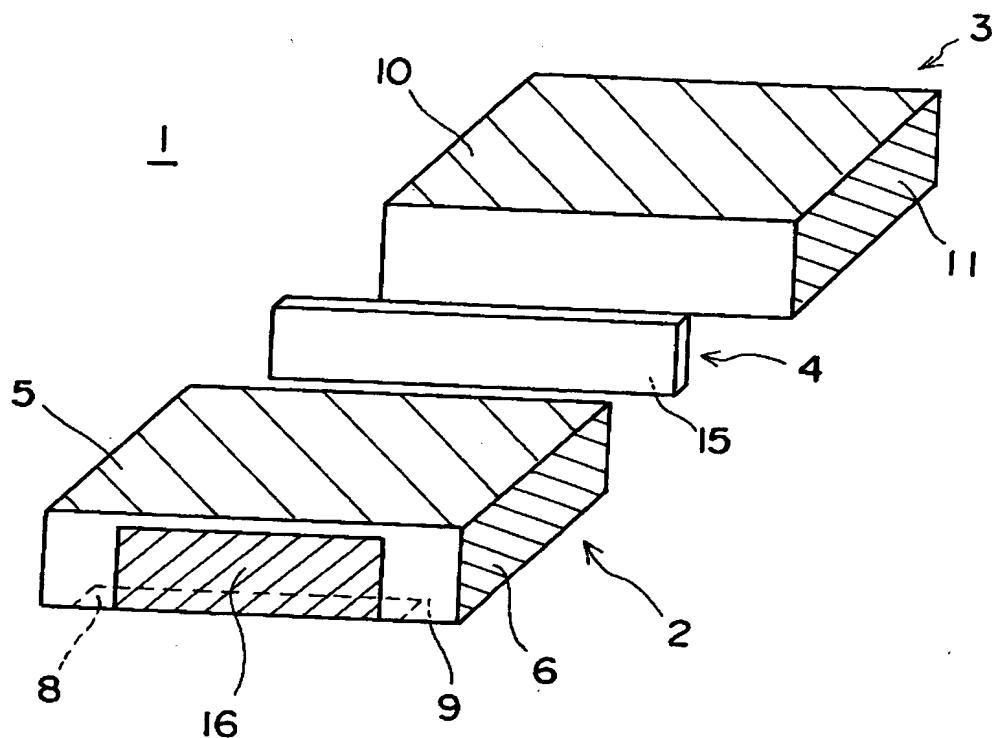
【図1】



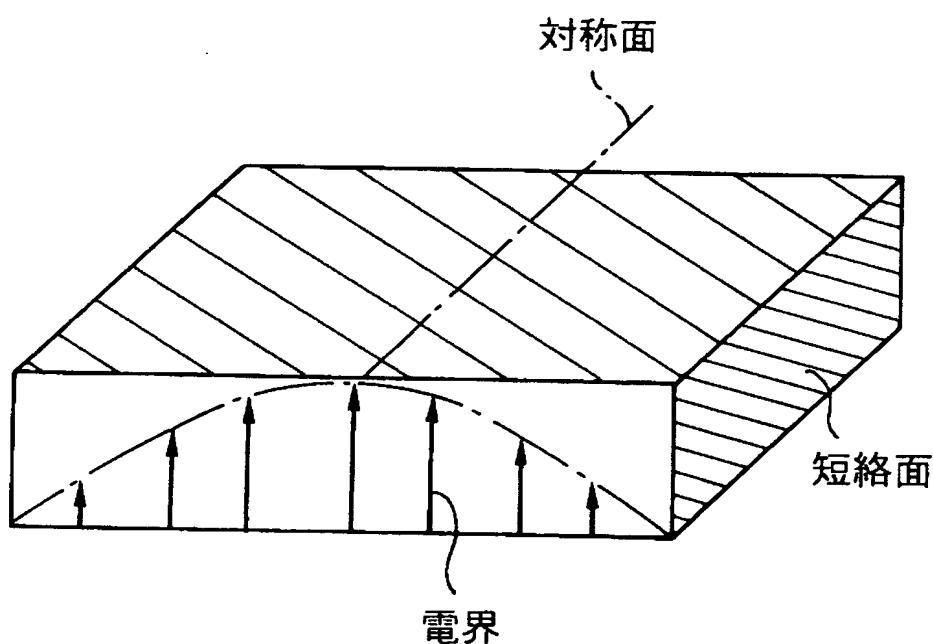
【図2】



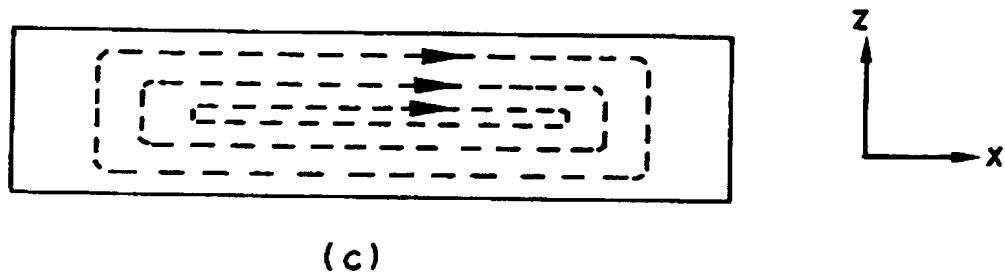
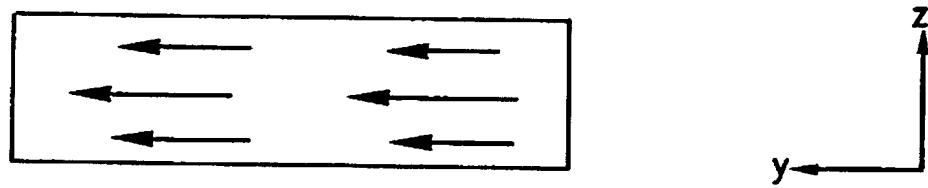
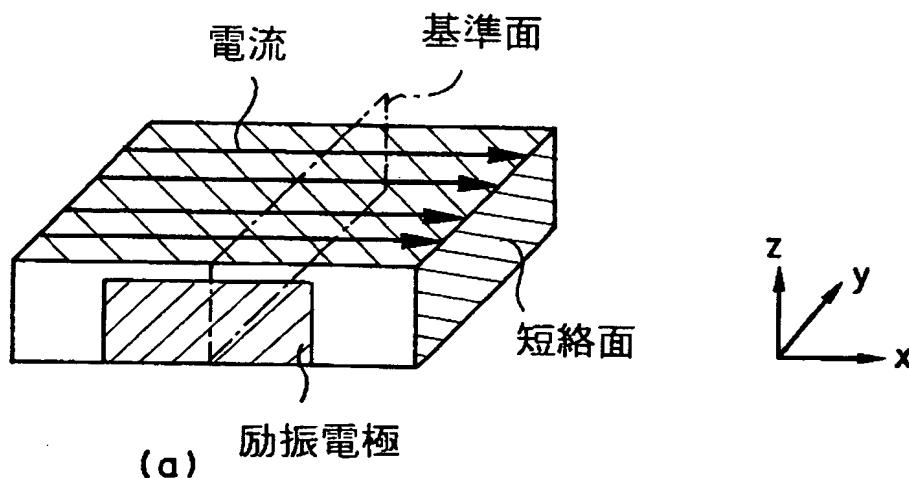
【図3】



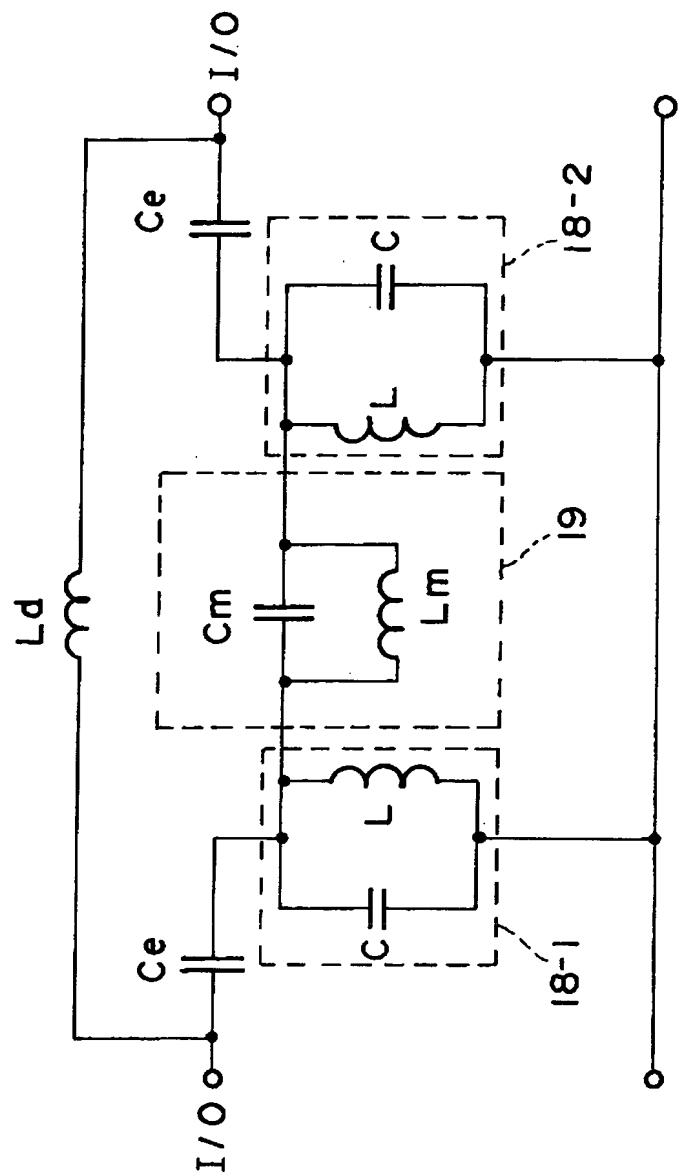
【図4】



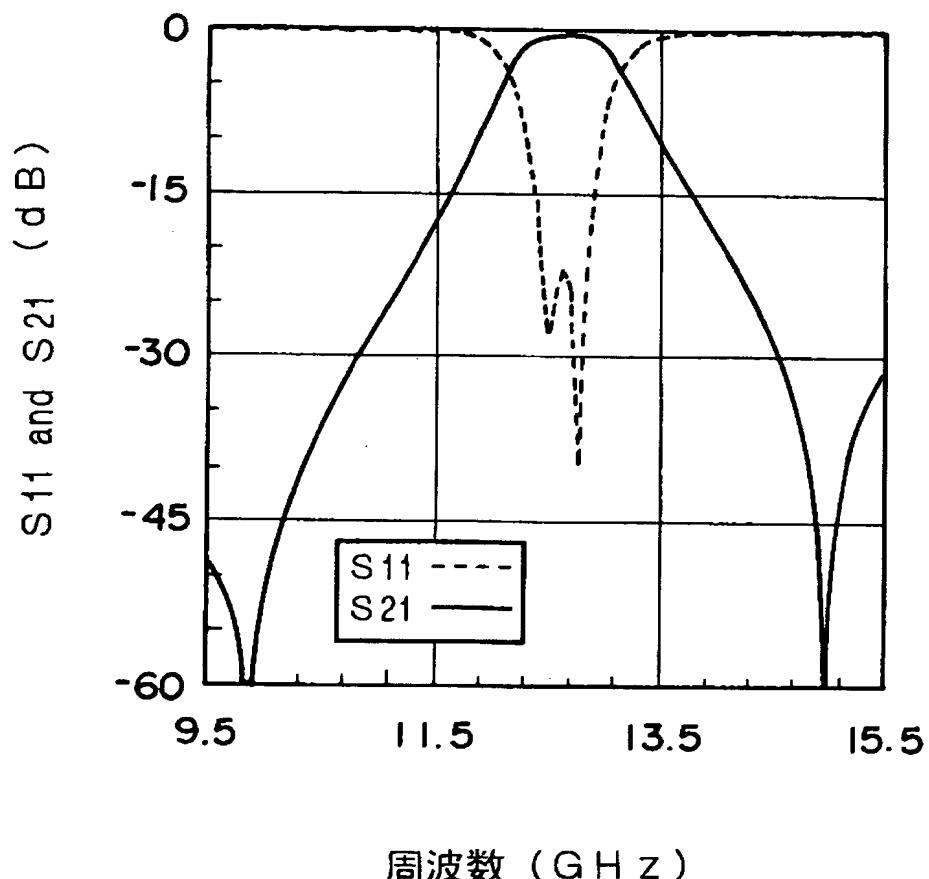
【図5】



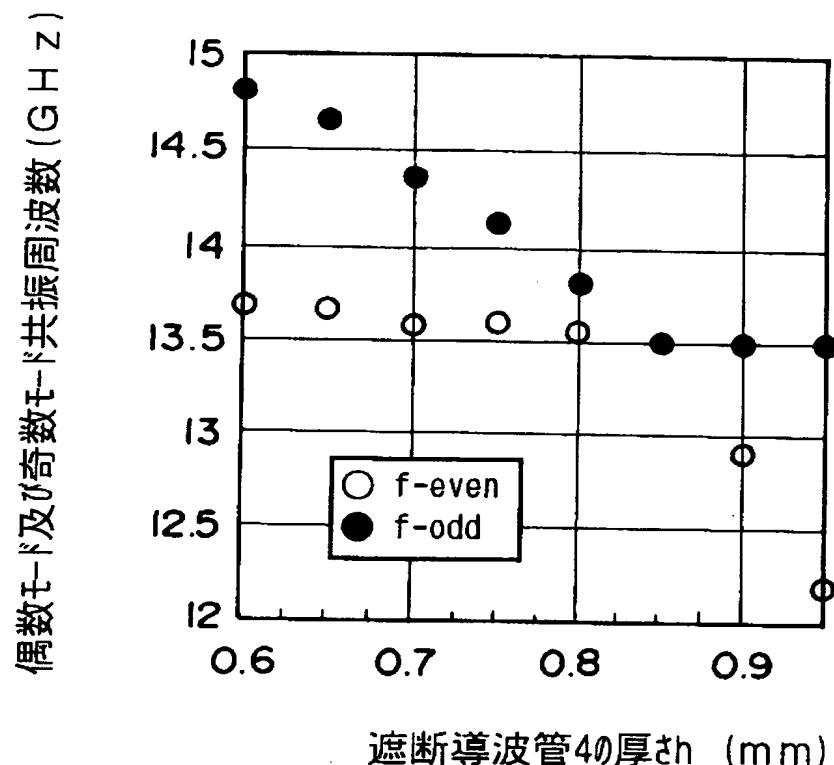
【図6】



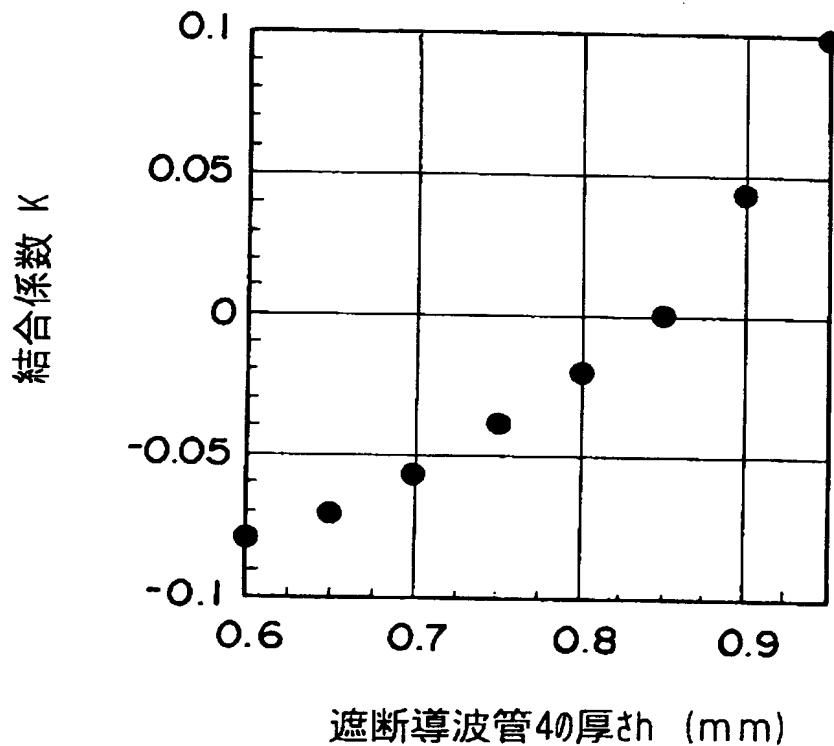
【図7】



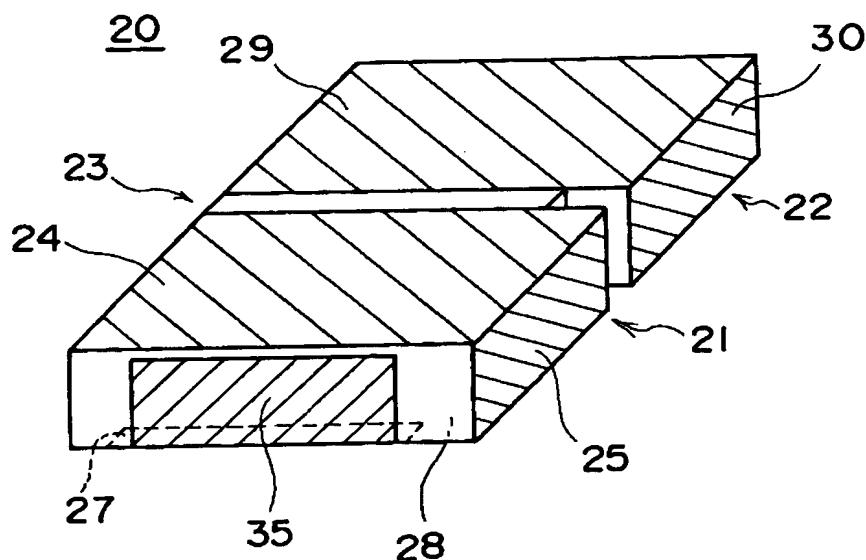
【図8】



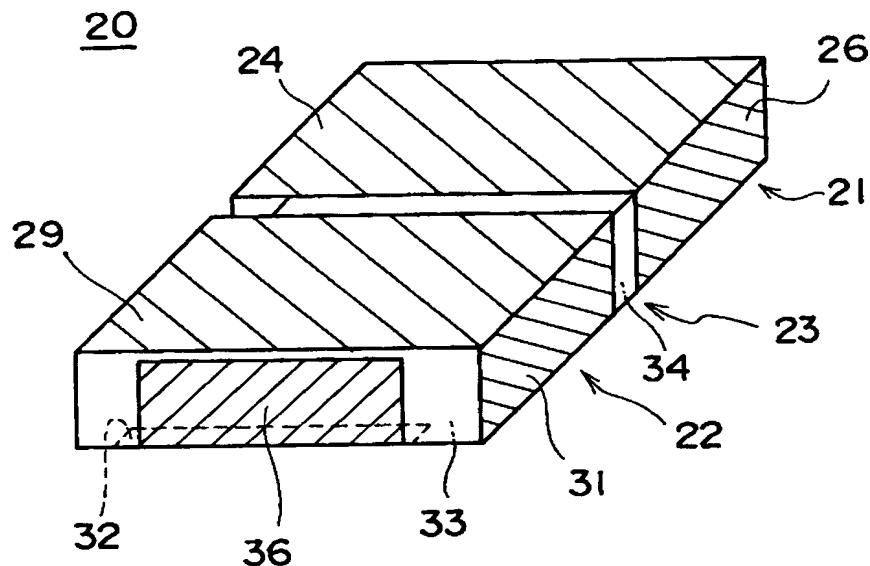
【図9】



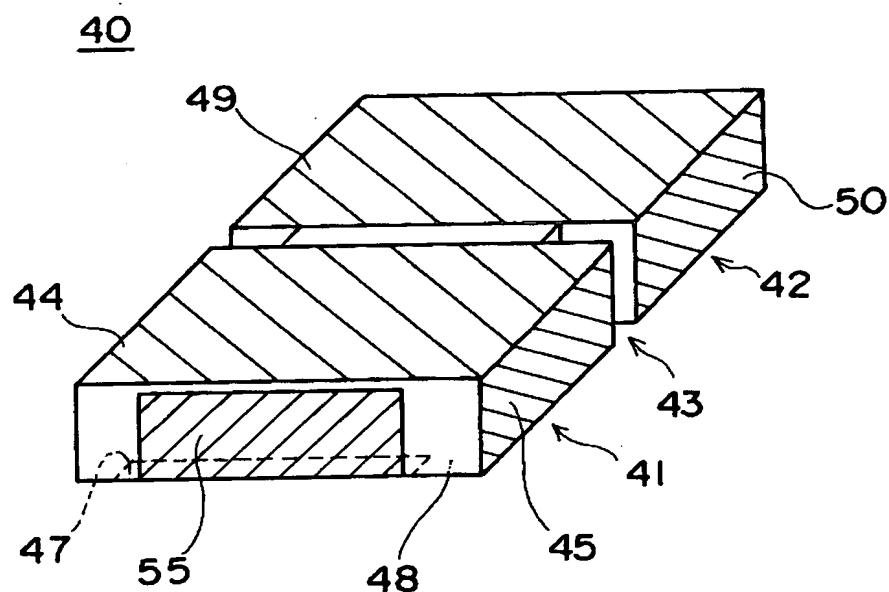
【図10】



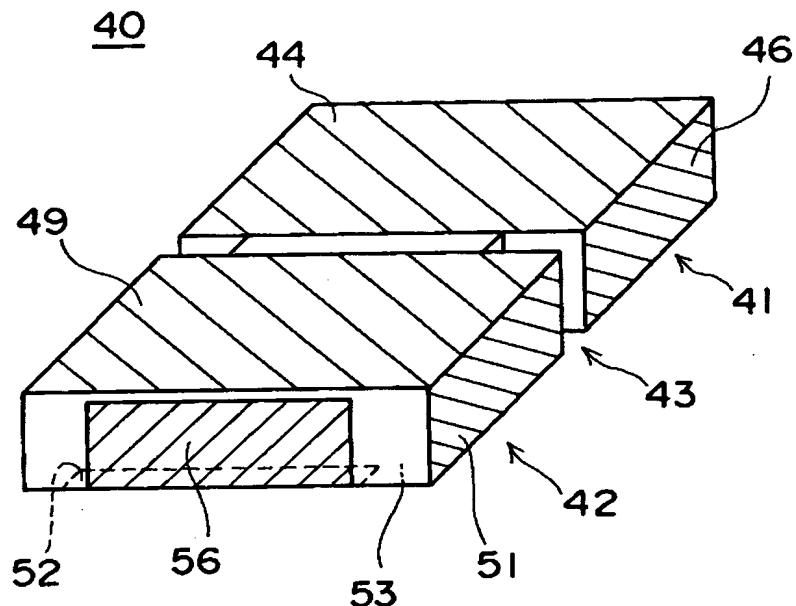
【図11】



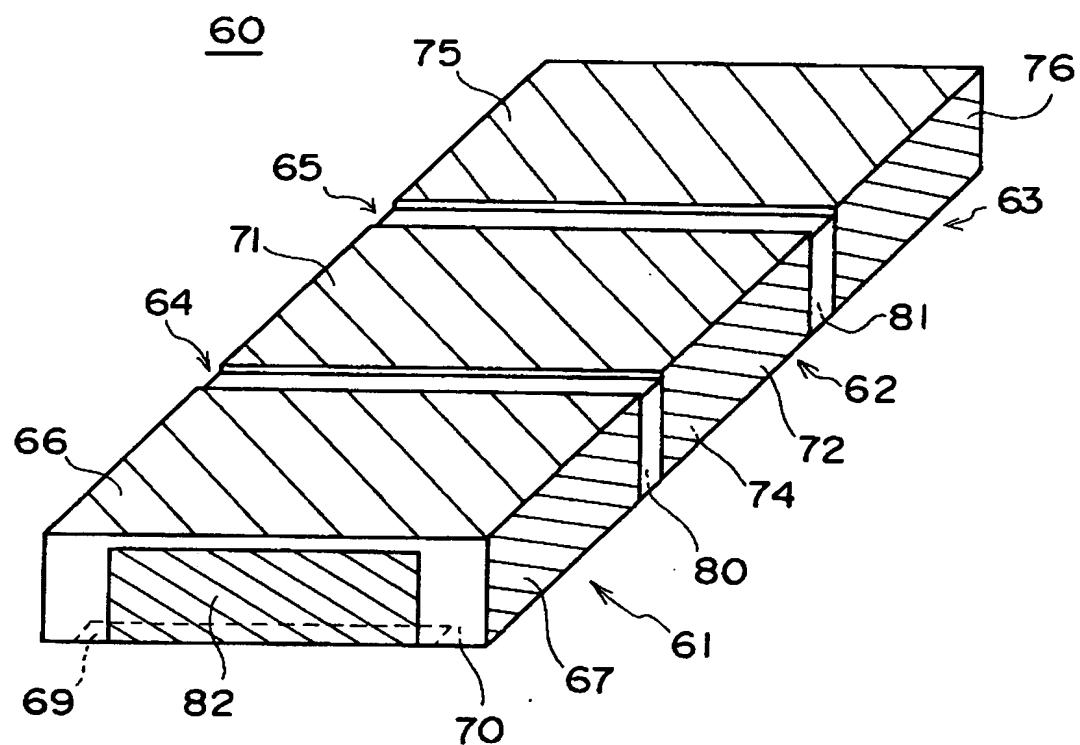
【図12】



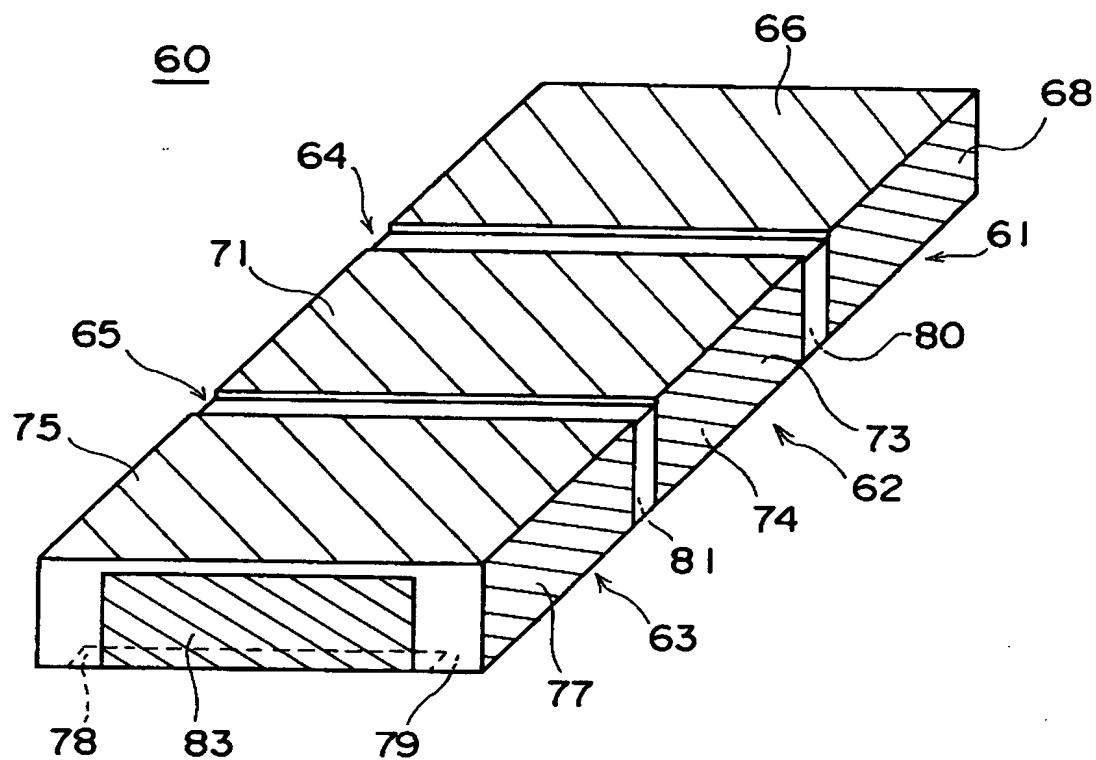
【図13】



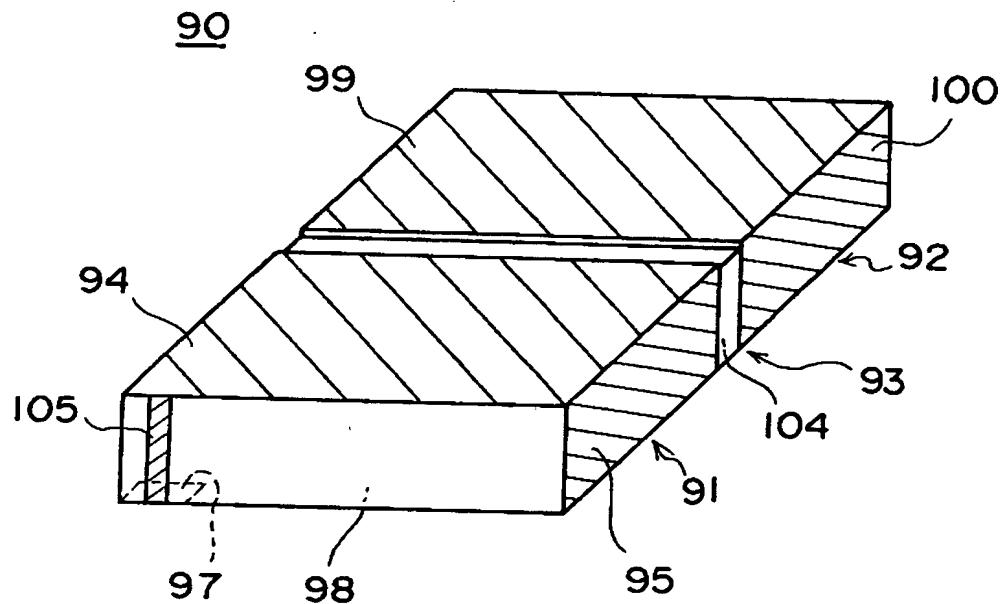
【図14】



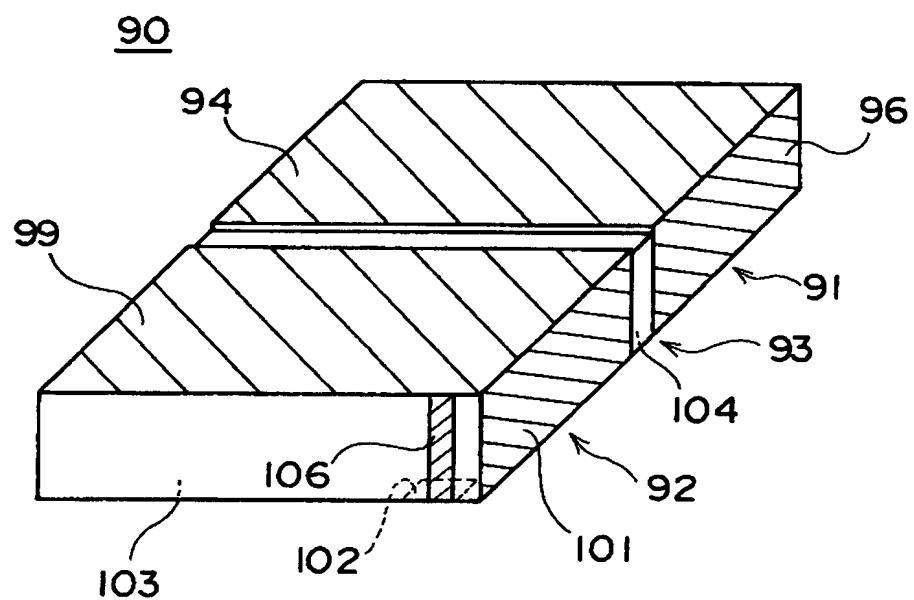
【図15】



【図16】



【図17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型で、且つ、製造が容易なバンドパスフィルタを提供する。

【解決手段】 入力端子が設けられた第1の開放面及び第1の開放面と対向する第2の開放面を有する第1の $\lambda/2$ 共振器2と、出力端子が設けられた第3の開放面及び第3の開放面と対向する第4の開放面を有する第2の $\lambda/2$ 共振器3と、第1の $\lambda/2$ 共振器2の第2の開放面と第2の $\lambda/2$ 共振器3の第4の開放面との間に設けられた遮断導波管4とを備え、第1の $\lambda/2$ 共振器2、第2の $\lambda/2$ 共振器3及び遮断導波管4が一体的に構成されている。これにより、プリント基板等に実装してエアギャップを形成する必要がないので、全体のサイズを小型化することができるとともに、容易に作成することが可能となる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名 ティーディーケイ株式会社